

## Pressure electrolyzer

Patent number: DE2548699  
Publication date: 1977-05-05  
Inventor: NASSER GAMAL ELDIN  
Applicant: LINDE AG  
Classification:  
- international: C25B9/00  
- european: C25B1/12; C25B15/00  
Application number: DE19752548699 19751030  
Priority number(s): DE19752548699 19751030

### Also published as:

- US4077863 (A1)
- JP52054684 (A)
- GB1518234 (A)
- FR2329769 (A1)

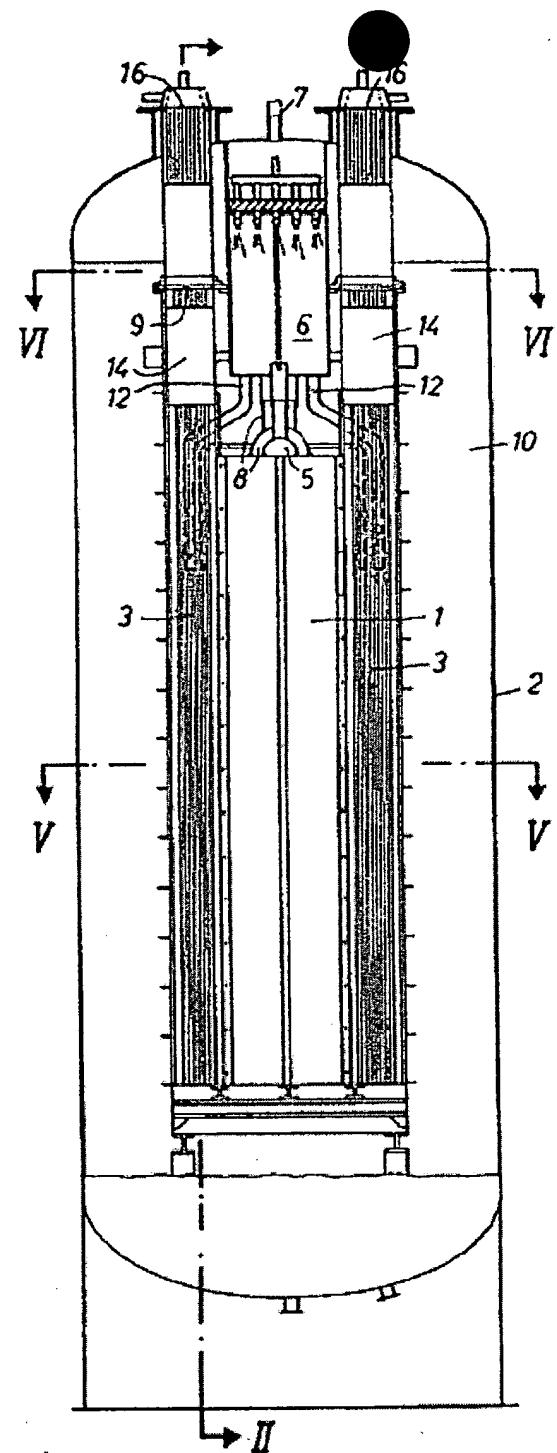
Abstract not available for DE2548699

Abstract of corresponding document: **US4077863**

In a pressure electrolyzer suitable for the electrolysis of water or hydrochloric acid or sodium chloride provided with bipolar electrodes forming a plurality of cell units arranged in the form of a cell block, the improvement which comprises a housing for the cell block, said housing being a pressure vessel designed for pressures of at least 1.1 bars, and further comprising said cell block having a square configuration, openings for the electrolyte being disposed on the underside of said cell block, said cells being arranged in a U-shaped turn, a mounting for the cell block and current leads attached exclusively to one end of said cell block and to one diameter of the side wall of the pressure vessel, said vessel having a cylindrical configuration, cooling means extending along the outside of said cell block, filter mat means being disposed in the flow path of the electrolyte upstream of the cooling means and means for conducting the electrolyte through said filter mat and cooling means and said openings for the electrolyte into the interior of the cell block.

Best Available Copy

Express Label No.  
EV342540217US



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑩ Int. Cl. 3 = 2

Int. Cl. 2:

C 9/00

⑪ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Patentschrift 25 48 699

⑫

Aktenzeichen: P 25 48 699.1-41

⑬

Anmeldestag: 30. 10. 75

⑭

Offenlegungstag: 5. 5. 77

⑮

Bekanntmachungstag: 11. 10. 79

⑯

Ausgabetag: 26. 6. 80

⑰

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

⑲

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

—

㉓

Bezeichnung: Vorrichtung zur Elektrolyse einer Flüssigkeit unter Druck.

—

㉔

Patentiert für: Linde AG, 6200 Wiesbaden

㉕

Erfinder: Nasser, Gamal El Din, 8031 Puchheim

㉖

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 22 14 920

DE 25 48 699 C 3

⑩ 6. 80 030 226/205

Express Label No.  
EV342540217US

DE 25 48 699 C 3

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 25 48 699  
Int. Cl. 2: C 25 B 9/00  
Bekanntmachungstag: 11. Oktober 1979

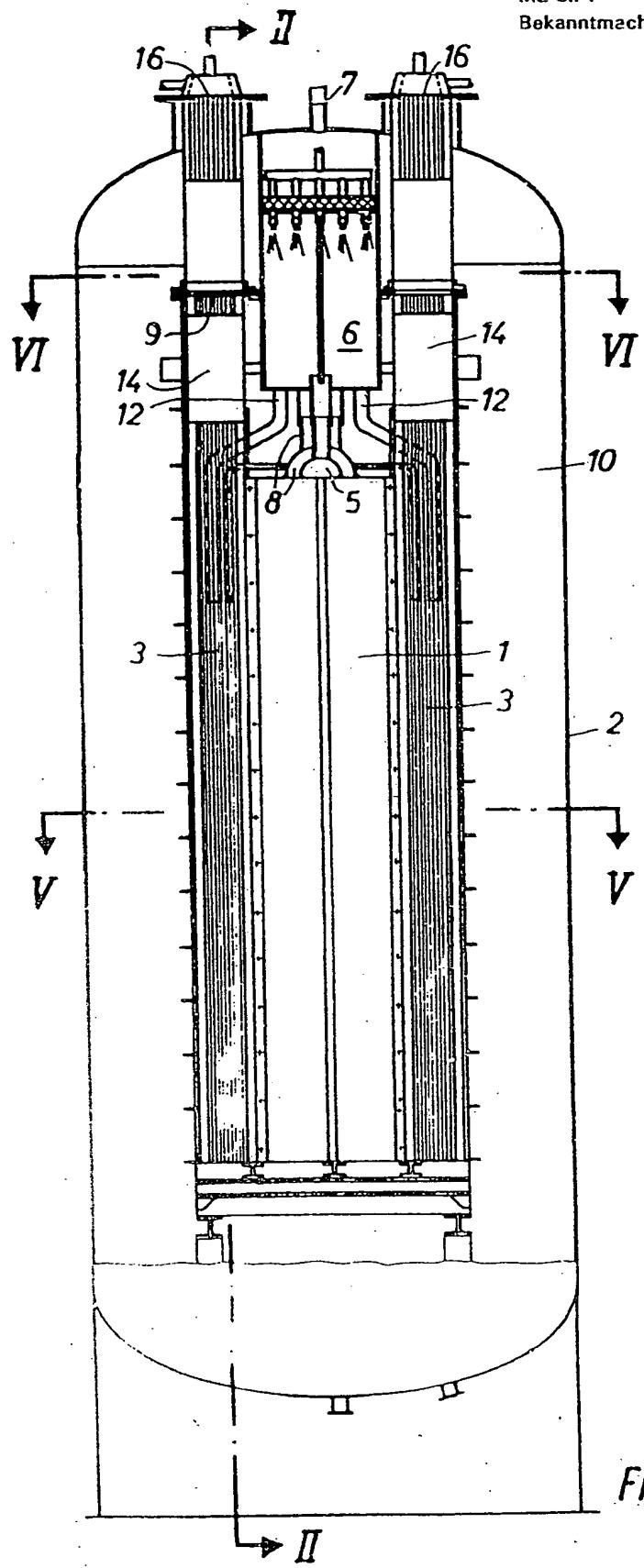


Fig. 1

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Elektrolyse einer Flüssigkeit unter Druck mit bipolaren Elektroden, die zu einem Zellenblock zusammengefaßt und in einem Druckbehälter untergebracht sind, sowie mit Einrichtungen zur Reinigung, Kühlung und Umwälzung des Elektrolyten, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Einrichtungen zur Reinigung, Kühlung und Umwälzung des Elektrolyten in dem Druckbehälter angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zellenblock (1) quaderförmig ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die den Zellenblock bildenden elektrisch verbundenen Elektrolysezellen in mindestens einer Kehre angeordnet sind und die Halterung für den Zellenblock (1) sowie die beiden Stromzuführungsleitungen ausschließlich an einer Seite des Druckbehälters (2) festigt sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der Unterseite des Zellenblockes Eintrittsöffnungen (17) für die Elektrolyseflüssigkeit und an seiner Oberseite Austrittsöffnungen (4a, 4b) angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungen zwischen den Elektrolysezellen aus keramischem Material gefertigt sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Strömungsweg der Elektrolyseflüssigkeit mindestens eine mit einer Auf- und einer Abwickeltrommel (14, 15) verbundene Filtermatte (13) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auffangvorrichtung für eines der Elektrolysegase zwischen dem Zellenblock und mindestens einem Kühler angeordnet ist, wobei über einen Strömungsweg für das Elektrolysegas der Kühler (3) mit einem den Zellenblock (1) umgebenden Außenraum (10) verbunden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühler (3) fest mit den über ihnen befindlichen Abdeckplatten verbunden sind und diese Abdeckplatten abnehmbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den Abdeckplatten abgedeckten Lüken für die Entnahme der Kühler (3) mindestens die Abmessungen eines Mannloches aufweisen.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Zellenblock (1) in einzelne Pakete zerlegbar ist, die durch eine Luke aus dem Druckbehälter herausziehbar sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine sich im Inneren des Druckbehälters (2) befindliche Pumpe (102) zur Umwälzung der Elektrolyseflüssigkeit.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Elektrolyse einer Flüssigkeit unter Druck mit bipolaren Elektroden, die zu einem Zellenblock zusammengefaßt und in einem Druckbehälter untergebracht sind, sowie mit Einrichtungen zur Reinigung, Kühlung und Umwäl-

## zung des Elektrolyten.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE-OS 22 14 920 vorbekannt. Die dort beschriebene Elektrolysevorrichtung dient insbesondere zur Zersetzung von Wasser unter Freisetzung von gasförmigem Sauerstoff und gasförmigem Wasserstoff. Die Elektrolysezellen sind in einem zylindrischen Druckbehälter untergebracht. Der Elektrolysebetrieb findet innerhalb dieses Druckbehälters bei überatmosphärischem Druck statt. Die Wände des Druckbehälters müssen allerdings keine sehr großen Druckdifferenzen aufnehmen, da dieser in einer Umgebung aufgestellt wird, die ebenfalls überatmosphärischen Druck aufweist, so daß die Druckdifferenzen zwischen Innen- und Außenraum des Druckbehälters im Vergleich zu den Absolutwerten der auftretenden Drücke klein sind. So kann dieser Druckbehälter beispielsweise im Meer oder in einem See in einer gewissen Wassertiefe aufgestellt oder aufgehängt sein. Bei der bekannten Elektrolysevorrichtung wird die Elektrolyseflüssigkeit mit Hilfe einer Pumpe umgewälzt, die mit dem Druckbehälter durch Leitungen verbunden und in einer Umgebung atmosphärischen Drucks, speziell außerhalb des Wassers, an Land oder auf einem Schiff, aufgestellt ist. Außerdem weist die bekannte Elektrolysevorrichtung Filter zum Zwecke der Reinigung der Elektrolyseflüssigkeit auf, die strömungsmäßig noch oberhalb der Pumpe angeordnet sind. Die bekannte Elektrolysevorrichtung ist somit in ihrem Aufbau eng an die vorgegebene besondere Problemstellung angepaßt. Die Vorrichtung besteht aus mehreren gesonderten Komponenten, die bezüglich des Druckes an unterschiedliche Umgebungen angepaßt sein müssen. Die Verwendbarkeit der bekannten Vorrichtung ist damit stark eingeschränkt, die Vielzahl der gesonderten Komponenten wirkt sich nachteilig auf die Transportierbarkeit der Anlage aus, und bezüglich der zwischen den einzelnen Komponenten vorzusehenden Leitungen ist ein gewisser Mindestaufwand unumgänglich.

Der Erfundung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Elektrolysevorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die hinsichtlich Materialaufwand, Raumbedarf und Transportierbarkeit möglichst wirtschaftlich ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß auch die Einrichtungen zur Reinigung, Kühlung und Umwälzung des Elektrolyten in dem Druckbehälter angeordnet sind.

Die erfundungsgemäß Elektrolysevorrichtung zeichnet sich somit durch einen hohen Grad der Kompaktheit aus. Der Materialaufwand ist insoweit auf ein Minimum reduziert, als besondere Leitungen zwischen den Einzelkomponenten entfallen, die nunmehr alle innerhalb eines einzigen Druckbehälters untergebracht sind. Der Raumbedarf der gesamten Vorrichtung wird dadurch ebenfalls erheblich vermindert, was wiederum der Transportierbarkeit zugute kommt. Außerdem müssen alle Komponenten für denselben Druck ausgelegt sein. Insgesamt liegt bei der erfundungsgemäß Elektrolysevorrichtung somit eine durch Integration der Einzelkomponenten besonders kompakte und einheitliche Bauweise vor. Die Vorrichtung ist, anders als die bekannte, in ihrer Aufstellung nicht an bestimmte örtliche Gegebenheiten gebunden. Sie kann auch ohne weiteres in ihrer Gesamtheit im Freien aufgestellt werden, eventuell erforderliche Korrosionsschutzmaßnahmen müssen dann nur noch für die Außenwand des Druckbehälters getroffen werden, da die übrigen

Komponenten in dessen Innenraum vor schädigenden atmosphärischen Einflüssen geschützt sind.

Im Gegensatz zur bekannten Vorrichtung wird der Zellenblock bei der Vorrichtung gemäß der Erfindung mit Vorteil quaderförmig ausgebildet. Da der Druckbehälter zweckmäßig eine kreiszylindrische Form aufweist, ist dann in seinem Inneren noch ausreichend Raum für die dort unterzubringenden Komponenten.

Zweckmäßigerweise sind die Halterungen für den Zellenblock sowie die beiden Stromzuführungsleitungen ausschließlich an einer Seite des Druckbehälters befestigt, damit sich der Zellenblock bei Erwärmung ungehindert ausdehnen kann. Dazu sind die den Zellenblock bildenden, elektrisch verbundenen Elektrolysezellen in mindestens einer Kehre angeordnet.

Eintrittsöffnungen für die Elektrolyseflüssigkeit angeordnet. An der Oberseite des Zellenblocks befinden sich die Austrittsöffnungen für die Produktgase und die Flüssigkeit. Durch die aufsteigenden Elektrolysegase wird die Flüssigkeit mitgerissen. Auf diese Weise wird für den notwendigen Umlauf des Elektrolyten gesorgt.

Die Dichtungen zwischen den Elektrolysezellen sind gemäß einer weiteren Ausführungsform des Anmeldegegenstandes aus keramischen Material gefertigt. Dadurch wird die Möglichkeit eröffnet, die Anlage bei wesentlich höheren Temperaturen als die herkömmlichen Anlagen zu betreiben.

Die Unterbringung der Reinigungsanordnung im Druckbehälter führt zu einer wesentlichen Verbilligung der Anlage. Dabei entsteht jedoch das Problem, die Filtermassen von Zeit zu Zeit zu erneuern. Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der mattensorige Filter verwendet werden, die kontinuierlich während des Betriebs von einer Trommel abgewickelt und auf eine andere Trommel aufgewickelt werden. Auf diese Weise wird für eine lange Zeitspanne der unterbrechungsfreie Betrieb der Anlage gewichert.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird dasjenige der Elektrolysegase, das im Raum zwischen dem Zellenblock und dem Mantel des Druckbehälters gesammelt wird, vorher in mindestens einem besonderen Kühler gekühlt, um die Temperatur des Mantels niedrig zu halten. Eine niedrige Temperatur des Mantels wirkt sich günstig auf dessen Festigkeit aus. Darüber hinaus wird durch die Kühlung der mit dem Gas vermischte Dampf der Elektrolyseflüssigkeit ausgeschieden und dem Kreislauf zurückgeführt.

Dank der Tatsache, daß der Zellenblock bausteinartig aus Zellenpaketen zusammengesetzt werden kann, kann das Problem der Reinigung und Wartung auf sehr einfache Weise gelöst werden. Besonders vorteilhaft erscheint eine Ausführungsform, bei der der mit der Abdeckplatte fest verbundene Kühler durch eine Luke aus dem Druckmantel gezogen werden kann. Durch die freiwerdende Öffnung kann ein Mann in das Innere des Druckbehälters gelangen und mit Unterstützung eines Lastkranes die Zellenpakete einzeln aus dem Druckbehälter fördern.

Die Hauptanwendungsbereiche der beschriebenen Vorrichtung sind die elektrolytische Zerlegung von Wasser und Salzsäure. Gen. z. Berechnungen haben jedoch ergeben, daß bei der Zerlegung von Salzsäure der oben beschriebene selbsttätige Umlauf des Elektrolyten wegen des großen spezifischen Gewichtes des Chlorgases nicht gewährleistet ist. Für derartige Zwecke wird erfahrungsgemäß der Umlauf des Elektrolyten durch eine sich innerhalb des Druckmantels befindliche Pumpe erreicht. Die Anwendung einer

derartigen Pumpe ist jedoch nicht nur auf Anlagen zur Zerlegung von Salzsäure beschränkt. Auch bei Anlagen zur Zerlegung von Wasser ist sie von Vorteil, da durch einen verstärkten Elektrolytumlauf die Effektivität der Elektrolyse gesteigert wird.

Zwei Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Anmeldung sind in den Fig. 1 bis 8 schematisch dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 und 2 Längsschnitt durch eine Elektrolysevorrichtung für Wasser:

Fig. 3a, b Teile von Zellen der Elektrolysevorrichtung:

Fig. 4 ein Zellenpaket von oben:

Fig. 5 und 6 Querschnitte durch die Elektrolysevorrichtung:

Fig. 7 Längsschnitt durch eine Elektrolysevorrichtung für Salzsäure:

Fig. 8 Querschnitt durch die Elektrolysevorrichtung für Salzsäure.

Ein quaderförmiger Zellenblock 1 befindet sich in einem Druckbehälter 2 (Fig. 1, 2, 5, 6). An beiden Seiten des Zellenblocks 1 sind Kühler 3 sowohl für die Kühlung des Elektrolyten als auch für das Wasserstoffgas angebracht. Die Zellen (Fig. 3a, b und 4) sind so konstruiert, daß die Öffnungen 4a an der Anodenseite des Diaphragmas (Öffnungen für Sauerstoff) am zur Mitte gelegenen Teil des Zellenblocks 1 und die kathodenseitigen Öffnungen 4b am wandseitigen Teil des Zellenblocks 1 liegen. Der Produktsauerstoff wird durch den Raum 5 geführt (Fig. 1, 2, 6), im Raum 6 gegen eintretendes Speisewasser gekühlt und durch den Stutzen 7 aus dem Druckbehälter geführt. Der Führungsweg des Produktsauerstoffs ist von einem Hohlmantel 8 umgeben, in dem der hohe Druck des Speisewassers herrscht, um bei einem eventuellen Leck eine Vermischung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoffgas auf jeden Fall zu vermeiden. Das Wasserstoffgas wird durch eine Trennplatte 9 gehalten, den oberen Teil der Kühler 3 zu passieren, bevor es in den Außenraum 10 gelangt; es wird über den Stutzen 11 aus der Anlage geführt. Die Elektrolyseflüssigkeit wird durch die in den Zellen aufperlenden Produktgase selbsttätig umgewälzt. Die Flüssigkeit, die durch die Sauerstofföffnungen den Zellenblock verläßt, wird im Raum 6 mit Frischwasser versetzt und durch die beiden Rohre 12 geleitet. Durch entsprechende Leitbleche wird dafür gesorgt, daß die Elektrolyseflüssigkeit die beiden Kühler passieren muß, bevor sie von unten wieder in den Zellenblock durch die Öffnungen 17 (Fig. 3, 4) eintritt. Vor den Kühler 3 befinden sich Filtermatte 13 zur Reinigung des Elektrolyten, die permanent gewechselt werden, indem sie von Rolle 14 ab- und auf Rolle 15 aufgewickelt werden. Durch zwei Luken 16 können die Kühler 3 herausgenommen werden. Dadurch wird ein Männloch für Wartungsarbeiten freigegeben. Der Zellenblock 1 der aus 32 Zellenpaketen (Fig. 4) besteht, kann zu Wartungszwecken paketweise aus dem Druckbehälter herausgehoben werden.

In den Fig. 7 und 8 ist eine Vorrichtung zur Zerlegung von Salzsäure dargestellt. Der Umlauf der Säure wird durch Pumpen erreicht. Außerdem durch diese Pumpen und eine andere räumliche Aufteilung unterscheidet sich diese Anordnung prinzipiell nicht von der in den Fig. 1 bis 6 dargestellten. Es ist deswegen nur der Teil dargestellt, aus dem die genannten Unterschiede deutlich werden.

Zwei Pumpenmotoren tragen das Bezugssymbol 100. Die Bezugssymbole 101 und 102 kennzeichnen die

25 48 699

5

Antriebswellen bzw. zwei Flügelradpumpen.

Die Salzsäure, die über dem Zellenblock 103 austritt sowie die Salzsäure, die aus Raum 104 über Leitung 105 abfließt, fließt weiter über Leitung 106 zu den Pumpen 102 und wird von Ihnen in dem Raum 107 gedrückt. Die Druckerhöhung im Raum 107 hat eine Erhöhung des Flüssigkeitssstandes im Raum 108 zur Folge. Durch die Niveaudifferenz zwischen dem Flüssigkeitssstand im Raum 108 und demjenigen im Raum über dem Zellenblock 103 wird der nötige Flüssigkeitsumlauf 10 herbeigeführt.

Bei einer Elektrodenfläche von 6 m<sup>2</sup> pro Zelle und

6

einer Stromdichte von 15 000 A/m<sup>2</sup> produziert das Gerät zur Wasserelektrolyse in 512 hintereinander geschalteten Zellen 20 000 Nm<sup>3</sup> Wasserstoff und 10 000 Nm<sup>3</sup> Sauerstoff pro Stunde. Bei Auslegung auf einen Betriebsdruck von 30 bar betragen die Investitionskosten weniger als ein viertel der Kosten für die herkömmlichen Geräte derselben Leistung. Wird das Gerät mit einer Elektrolyttemperatur von 300°C betrieben, ist für die Zersetzung von 1 Nm<sup>3</sup> Wasser eine Energie von 4,1 KWh erforderlich, gegenüber 4,6 bis 4,8 KWh bei herkömmlichen Geräten.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

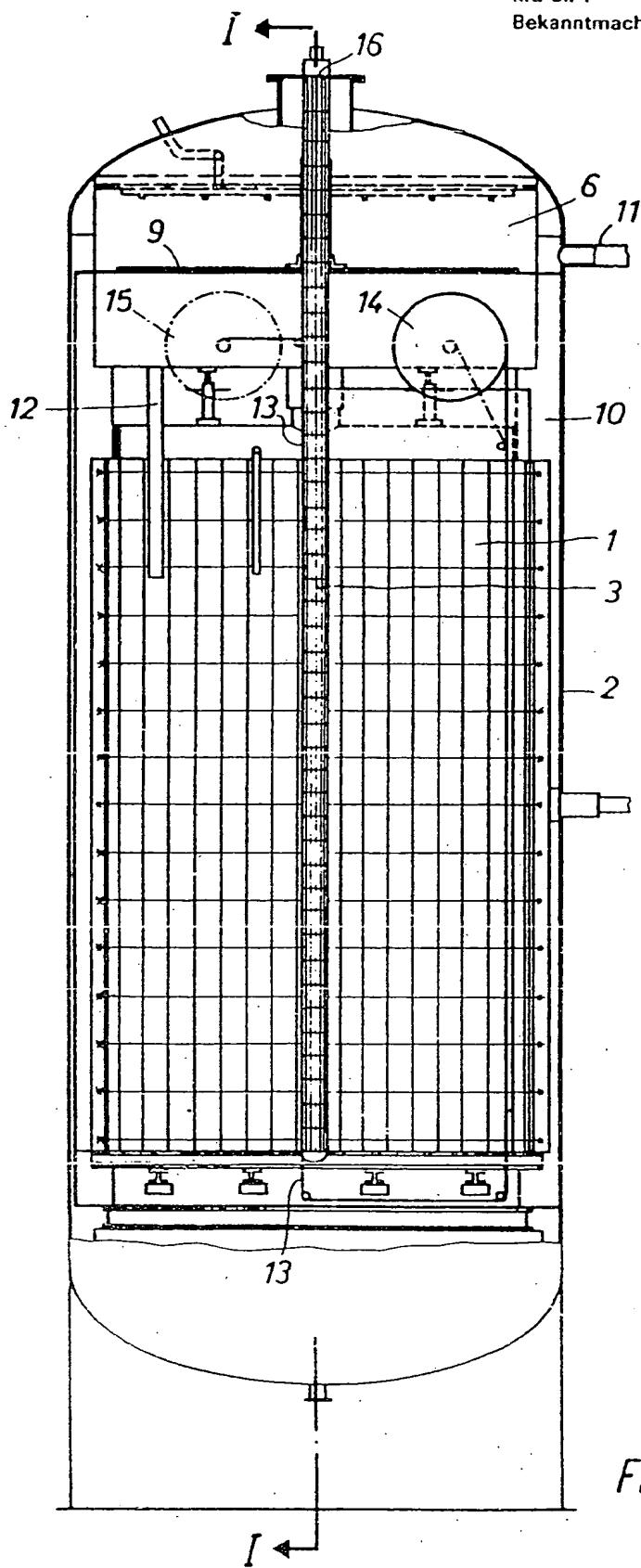


Fig. 2

ZEICHNUNGEN BLATT 3

Nummer: 25 48 699  
Int. Cl. 2: C 25 B 9/00  
Bekanntmachungstag: 11. Oktober 1979

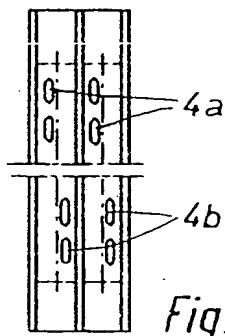


Fig. 3a

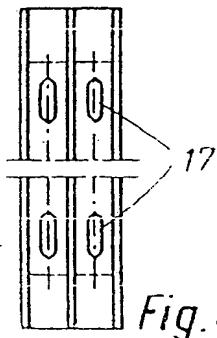


Fig. 3b

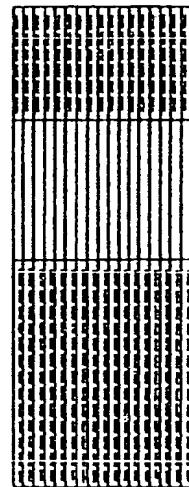


Fig. 4

ZEICHNUNGEN BLATT 4

Nummer: 25 48 699  
Int. Cl.2: C 25 B 9/00  
Bekanntmachungstag: 11. Oktober 1979

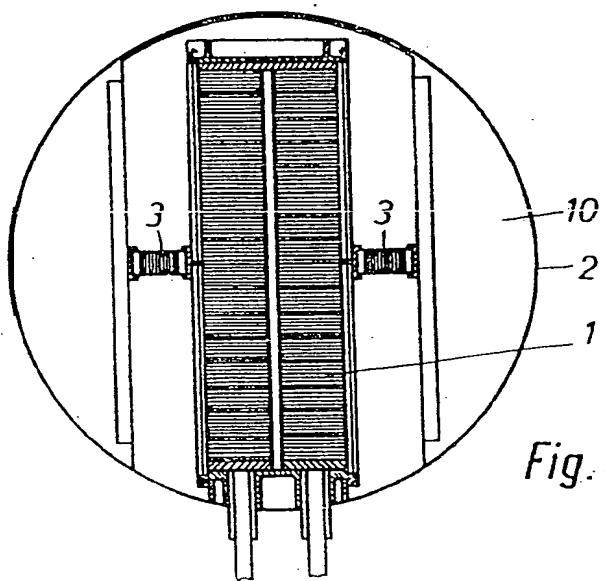


Fig. 5

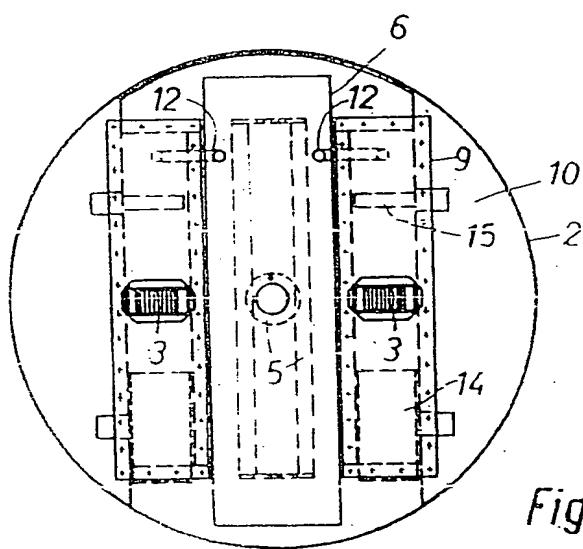


Fig. 6

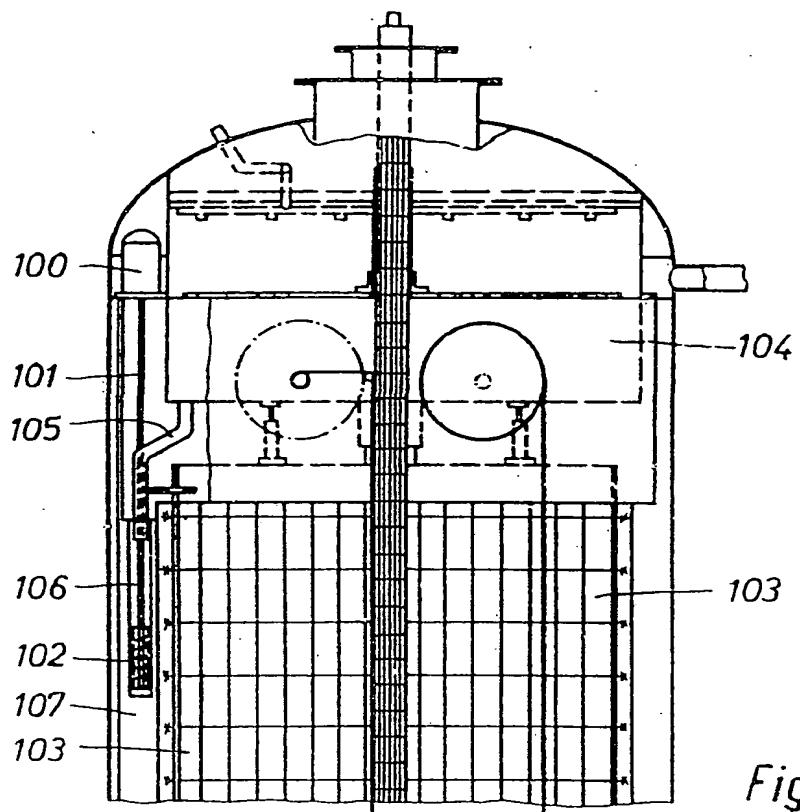


Fig. 7

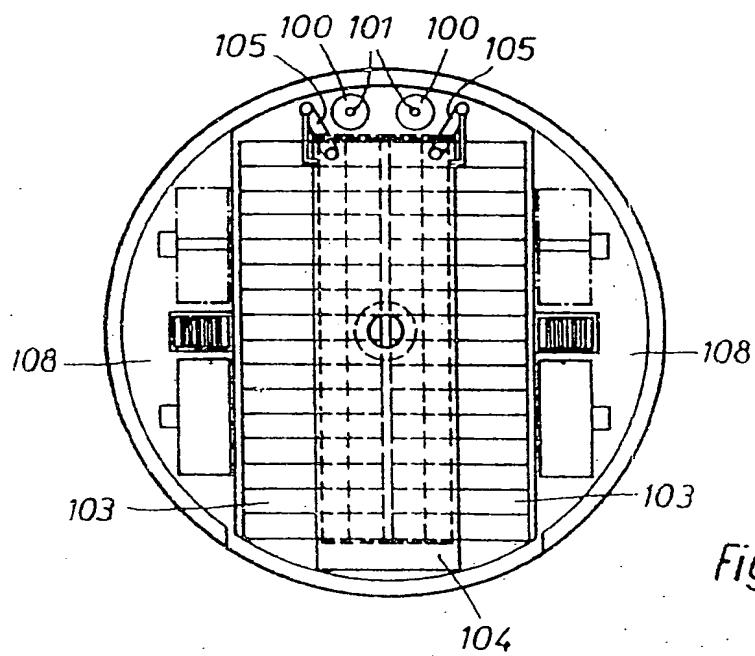


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**